

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001236966
PUBLICATION DATE : 31-08-01

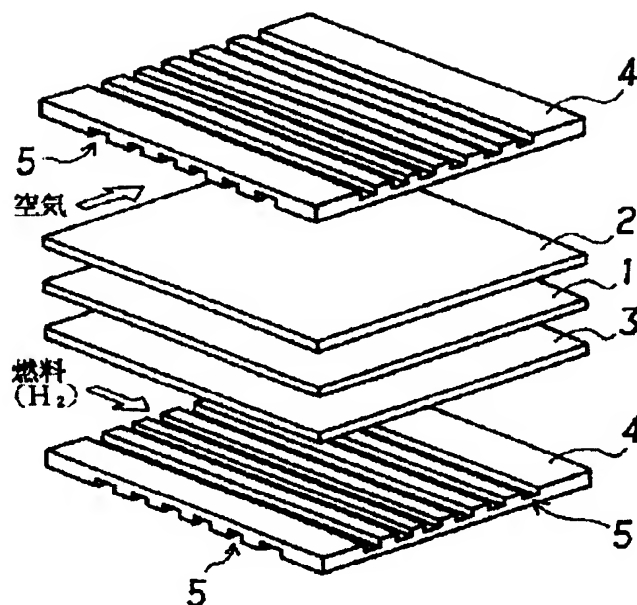
APPLICATION DATE : 11-05-00
APPLICATION NUMBER : 2000138881

APPLICANT : KAWASAKI STEEL CORP;

INVENTOR : IIZUKA YASUNOBU;

INT.CL. : H01M 8/02

TITLE : FUEL CELL SEPARATOR AND FUEL CELL



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a separator having good impermeability to gas, low electrical resistance, good volume resistance, good dimensional accuracy, and eliminating the need for graphitization of a separator mold and a fuel cell having good efficiency.

SOLUTION: The separator for a fuel cell contains, 100 weight parts of carbon powder which is a graphitized mesocarbon small ball body, 10 to 35 weight parts of a hot cured material of a heat-hardening resin or thermoplastic resin and a total of 1 to 40 weight parts of one or two or more types selected from black lead powder, carbon black and a microscopic carbon fiber and a fuel cell using the separator for a fuel cell.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-236966
(P2001-236966A)

(43) 公開日 平成13年8月31日 (2001.8.31)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 1 M 8/02

識別記号

F I
H 0 1 M 8/02

サーチワード(参考)
B 5 H 0 2 6

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全14頁)

(21) 出願番号 特願2000-138881(P2000-138881)

(22) 出願日 平成12年5月11日(2000.5.11)

(31) 優先権主張番号 特願平11-166918

(32) 優先日 平成11年6月14日(1999.6.14)

(33) 優先権主張国 日本(J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-186825

(32) 優先日 平成11年6月30日(1999.6.30)

(33) 優先権主張国 日本(J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-345269

(32) 優先日 平成11年12月3日(1999.12.3)

(33) 優先権主張国 日本(J P)

(71) 出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72) 発明者 高野 茂

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内

(72) 発明者 上原 健一

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内

(74) 代理人 100099531

弁理士 小林 英一

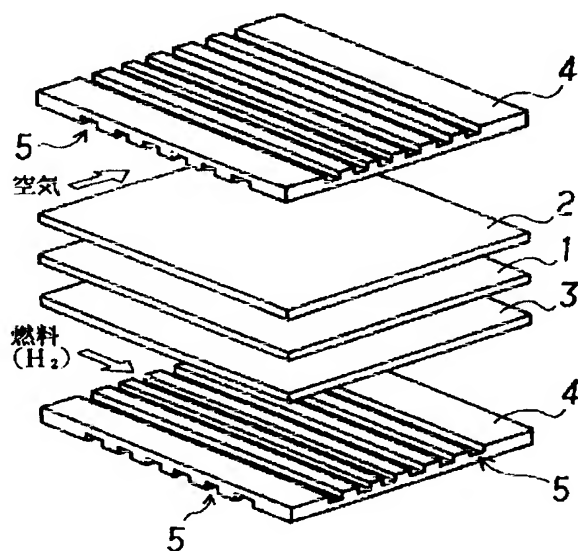
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池用セパレータおよび燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 ガス不浸透性に優れ、低電気比抵抗、低体積抵抗率で、かつ、寸法精度に優れ、さらにはセパレータ成形品の黒鉛化が不要な燃料電池用セパレータおよび発電効率に優れた燃料電池の提供。

【解決手段】 メソカーボン小球体の黒鉛化物である炭素質粉末:100重量部に対して、熱硬化性樹脂の硬化物または熱可塑性樹脂を10~35重量部、黒鉛粉末、カーボンブラックおよび微細炭素繊維から選ばれる1種または2種以上を合計量で1~40重量部含有する燃料電池用セパレータ、および該燃料電池用セパレータを用いた燃料電池。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 メソカーボン小球体の黒鉛化物である炭素質粉末:100重量部に対して、熱硬化性樹脂の硬化物または熱可塑性樹脂を10〜35重量部、黒鉛粉末、カーボンブラックおよび微細炭素繊維から選ばれる1種または2種以上を合計量で1〜40重量部含有することを特徴とする燃料電池用セパレータ。

【請求項2】 前記した微細炭素繊維が、平均繊維径が2 μ m以下、平均繊維長が500 μ m以下の炭素繊維であることを特徴とする請求項1記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項3】 前記した炭素質粉末の平均粒径が50 μ m以下、黒鉛粉末の平均粒径が10 μ m以下、カーボンブラックの平均粒径が100nm以下であることを特徴とする請求項1または2記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項4】 前記した請求項1〜3いずれかに記載の燃料電池用セパレータを用いたことを特徴とする燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池用セパレータおよび燃料電池に関し、特にセパレータの厚み方向の電気抵抗率が低くかつ寸法精度に優れた燃料電池用セパレータおよび該燃料電池用セパレータを用いた発電効率に優れた燃料電池に関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池は、高い発電効率を有し汚染物質の発生量が少ない発電装置としてその将来が期待されている。燃料電池の種類としては、電解質の種類により、アルカリ型、りん酸型、熔融炭酸塩型、固体電解質型、固体高分子型などが挙げられ、これらの内、固体高分子型燃料電池は、発電温度が100℃と低いため、家庭用の小規模発電装置、電気自動車などの可搬用の発電装置として注目されている。

【0003】図1に、固体高分子型燃料電池の構成を斜視図によって示す。なお、図1において、1は固体高分子電解質板、2は空気極、3は燃料極、4はセパレータ、5はガス流路用の溝を示す。図1に示すように、固体高分子型燃料電池は固体高分子電解質板1の両側に空気極2および燃料極3を設け単位セルを形成せしめ、セパレータ4を介して積層したものである。

【0004】固体高分子電解質としては、主にパーフルオロカーボンスルホン酸(PFSA)イオン交換膜などが用いられる。一方、セパレータ4には、燃料ガスと酸化性ガスを分離するための境界としての機能と単位セル間の電気導体としての機能が要求されるため、優れたガス不浸透性、熱伝導性、機械的強度を有し、低電気比抵抗、低体積抵抗率および作動温度における耐熱性を有することが要求される。

【0005】従来、この種のセパレータとしては、人造

黒鉛を機械加工したもの、またはチタン、ステンレスなどの金属材料を機械加工したものが検討されてきた。しかしながら、人造黒鉛を機械加工したセパレータは、電気伝導性に優れるが、ガス不浸透性が不十分であり、また非常に高価であるという問題がある。また、金属材料を機械加工したセパレータの場合は、長期の使用により酸化されてしまい、また上記と同様に高価であるという問題があった。

【0006】上記した問題を解決するためのセパレータとして、人造黒鉛粉末に熱硬化性樹脂を配合して成形した固体高分子型燃料電池セパレータが開示されている(特開平10-334927号公報、特開平11-297337号公報参照)。上記したセパレータは、ガス不浸透性、酸化の問題は改善されるが、寸法精度に問題があり、厚み方向の寸法精度に優れたセパレータを安定して製造することは難しい。

【0007】すなわち、通常、燃料電池は、前記した図1に示すように、水素などの燃料ガス、空気などの酸化性ガスを供給するためのガス流路用の溝5を、セパレータ側、すなわちセパレータの両面に形成する。この場合、ガス流路用の溝5の深さが不均一であると、ガスの通気抵抗が溝毎に異なり燃料電池内におけるガスの流量に分布が生じ、発電効率に優れた燃料電池を製造することが不可能となる。

【0008】また、燃料電池用セパレータに要求される重要な性能として、低電気比抵抗、低体積抵抗率が挙げられる。このため、特開昭62-260709号公報において、熱硬化性樹脂を結合剤とし、メソカーボン小球体の黒鉛化物を骨材としたりん酸型セパレータが開示されている。

【0009】しかしながら、上記したセパレータは、メソカーボン小球体の接触のみで電気比抵抗や体積抵抗率を低下させるものであり、十分な導電性を得難い。また、特開平4-214072号公報には、メソカーボン小球体の黒鉛化物や黒鉛粉などの炭素質粉末と炭素繊維とフェノール樹脂との組成物を硬化、焼成してなる燃料電池用セパレータが開示されている。

【0010】しかしながら、上記したセパレータは、炭素質粉末:50〜150重量部に対してフェノール樹脂を100重量部配合しており、樹脂成分が多く、後記するように、硬化させただけでは十分な導電性を得難い。この結果、上記したセパレータにおいては、硬化物を焼成し、黒鉛化する必要があるが、通常、黒鉛化には2000〜3000℃という非酸化性雰囲気下での高温処理が必要であり、設備面、作業面およびエネルギー面から工業的に採用する上で問題がある。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は前記した従来技術の問題点を解決し、ガス不浸透性に優れ、低電気比抵抗、低体積抵抗率で、かつ、寸法精度に優れた燃料電

池用セパレータおよび発電効率に優れた燃料電池を提供することを目的とする。さらに、本発明は、セパレータ成形品の黒鉛化が不要で、かつ上記した性能を有する燃料電池用セパレータおよび燃料電池を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、メソカーボン小球体の黒鉛化物である炭素質粉末：100重量部に対して、熱硬化性樹脂の硬化物または熱可塑性樹脂を10～35重量部、黒鉛粉末、カーボンブラックおよび微細炭素繊維から選ばれる1種または2種以上を合計で1～40重量部含有することを特徴とする燃料電池用セパレータである。

【0013】前記した第1の発明においては、前記した微細炭素繊維が、平均繊維径が2 μm 以下、平均繊維長が500 μm 以下の炭素繊維であることが好ましい（第1の発明の第1の好適態様）。また、前記した第1の発明、第1の発明の第1の好適態様においては、前記した炭素質粉末の平均粒径が50 μm 以下、黒鉛粉末の平均粒径が10 μm 以下、カーボンブラックの平均粒径が100nm以下であることが好ましい（第1の発明の第2の好適態様、第3の好適態様）。

【0014】また、前記した第1の発明、第1の発明の第1の好適態様～第3の好適態様の燃料電池用セパレータは、固体高分子型燃料電池用セパレータとして好適に適用される（第1の発明の第4の好適態様～第7の好適態様）。第2の発明は、前記した第1の発明、第1の発明の第1の好適態様～第3の好適態様いずれかに記載の燃料電池用セパレータを用いたことを特徴とする燃料電池である。

【0015】また、前記した第2の発明のより好適な態様の燃料電池は、前記した第1の発明、第1の発明の第1の好適態様～第3の好適態様いずれかに記載の燃料電池用セパレータを用いたことを特徴とする固体高分子型燃料電池である（第2の発明の第1の好適態様）。また、前記した第2の発明の第1の好適態様の固体高分子型燃料電池は、固体高分子電解質板の片面側に空気極を、他の片面側に燃料極を設けることによって形成された単位セルを、前記した第1の発明、第1の発明の第1の好適態様～第3の好適態様いずれかに記載の燃料電池用セパレータを介して積層した固体高分子型燃料電池であることが好ましい（第2の発明の第2の好適態様）。

【0016】また、前記した第1の発明、第1の発明の第1の好適態様～第7の好適態様、第2の発明、第2の発明の第1の好適態様、第2の好適態様においては、前記した熱硬化性樹脂として、フェノール樹脂、フラン樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂およびポリイミド樹脂から選ばれる1種または2種以上を用いることが好ましい。

【0017】また、前記した第1の発明、第1の発明の

第1の好適態様～第7の好適態様、第2の発明、第2の発明の第1の好適態様、第2の好適態様においては、前記した熱可塑性樹脂として、ポリプロピレン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリアミド樹脂、ポリエステル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、液晶樹脂およびフッ素樹脂から選ばれる1種または2種以上を用いることが好ましい。

【0018】なお、本発明において、重量部における重量とは質量を意味し、例えば炭素質粉末：100重量部に対して、熱硬化性樹脂の硬化物または熱可塑性樹脂を10～35重量部含有することは、炭素質粉末：100質量部に対して熱硬化性樹脂の硬化物または熱可塑性樹脂を10～35質量部含有することを意味する。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明をさらに詳細に説明する。本発明者らは、前記した課題を解決するために鋭意検討した結果、下記知見を見出し、本発明に想到した。

(1) メソカーボン小球体の黒鉛化物の使用による燃料電池用セパレータの寸法精度の向上：燃料電池用セパレータの原料の一部として、メソカーボン小球体の黒鉛化物である炭素質粉末を用いることによって、寸法精度に優れた燃料電池用セパレータを得ることができる。

【0020】これは、メソカーボン小球体の黒鉛化物の粒子は、直径が数 μm ～数十 μm のほぼ球状の形態を有しており、燃料電池用セパレータの成形時の流動性に優れ、かつ、等方性の成形体となり易いためと考えられる。

(2) 樹脂含有量の規制および微細炭素粉末、微細炭素繊維の使用による燃料電池用セパレータの導電性の向上：本発明においては、燃料電池用セパレータ成形品を黒鉛化せずに、十分な導電性（低電気抵抗、低体積抵抗率）を有する燃料電池用セパレータを得ることを一つの大きな目標とした。

【0021】このため、メソカーボン小球体の黒鉛化物である炭素質粉末と黒鉛粉末、カーボンブラックおよび微細炭素繊維から選ばれる1種または2種以上とを併用すると共に、樹脂含有量を規制した。この結果、本発明によれば、燃料電池用セパレータ成形品の黒鉛化を行うことなく、燃料電池用セパレータの導電性を向上することが可能であることを見出した。

【0022】すなわち、メソカーボン小球体の黒鉛化物である炭素質粉末の粒子同士が接触することによって、上記した成形品の導電性が発現するが、本発明によれば、上記した炭素質粉末の粒子同士の接触確率を高め、導電性を良好とするために、樹脂量を少なくする。さらに、黒鉛粉末、カーボンブラックである微細炭素粉末、微細炭素繊維を、メソカーボン小球体の黒鉛化物である炭素質粉末の粒子の間に介在せしめることによって、燃料電池用セパレータの導電性がさらに向上する。

【0023】本発明に用いるメソカーボン小球体は、石炭系のピッチおよび／または石油系のピッチを熱処理した際にピッチマトリックス中に生成する光学的異方性を示す小球体をろ過して得られた浮遊残渣、もしくは前記光学的異方性を示す小球体をタール中油などの有機溶媒を用いて抽出、分離して得られた小球体、もしくは前記光学的異方性を示す小球体を沈澱法などの比重分離によって得られた小球体、もしくはこれらの小球体の混合物である小球体である。

【0024】本発明においては、メソカーボン小球体を好ましくは2500℃～3000℃の温度で黒鉛化して得られたメソカーボン小球体の黒鉛化物を用いる。なお、本発明の燃料電池用セパレータにおいては、メソカーボン小球体を600～1000℃程度の温度で炭化した炭化物を含有してもよいが、黒鉛化物を用いた場合、電気伝導性が向上するため、特に低電気比抵抗、低体積抵抗率のセパレータを得ることができる。

【0025】また、緻密でガス不浸透性に優れたセパレータを得るために、メソカーボン小球体の黒鉛化物の平均粒径は50μm以下であることが好ましく、より好ましくは1～50μmであり、さらにより好ましくは10～30μmである。平均粒径が50μmを超える場合、粉砕処理を施して使用することもできる。本発明によれば、骨材である炭素質粉末の結合剤として熱硬化性樹脂の硬化物または熱可塑性樹脂を用いることによって、燃料電池用セパレータの成形性、導電性が優れ、特に溝の寸法精度に優れた溝付き燃料電池用セパレータを得ることができる。

【0026】さらに、熱可塑性樹脂を用いることによって、射出成形法が適用可能となり生産性に優れた方法で優れた性能を有する燃料電池用セパレータを製造することができる。本発明の燃料電池用セパレータは、メソカーボン小球体の黒鉛化物である炭素質粉末：100重量部に対して、熱硬化性樹脂の硬化物：10～35重量部または熱可塑性樹脂：10～35重量部を含有する。

【0027】これは、熱硬化性樹脂の硬化物または熱可塑性樹脂の含有量が、10重量部未満の場合、セパレータの内部に気孔が多数生成し、ガス不浸透性に優れたセパレータが得られず、35重量部を超える場合、電気比抵抗値、体積抵抗率が高くなるためである。なお、本発明における重量部は、いずれも、成形後の各重量部を示す。

【0028】本発明における熱可塑性樹脂としては、融点が150℃以上、より好ましくは融点が200℃以上の結晶性熱可塑性樹脂および／または軟化温度が90℃以上、より好ましくは軟化温度が150℃以上の非晶性（無定形）熱可塑性樹脂を用いることが好ましい。また、本発明においては、融点が150℃以上、300℃以下の結晶性熱可塑性樹脂および／または軟化温度が90℃以上、250℃以下の非晶性（無定形）熱可塑性樹脂を用いることがより好ましい。

【0029】さらに、本発明においては、融点が200℃以上、300℃以下の結晶性熱可塑性樹脂および／または軟化温度が150℃以上、250℃以下の非晶性（無定形）熱可塑性樹脂を用いることがさらに好ましい。これは、融点が150℃以上の結晶性熱可塑性樹脂、軟化温度が90℃以上の非晶性熱可塑性樹脂を用いることによって、耐熱性に優れた燃料電池用セパレータを得ることができ、融点が300℃を超える結晶性熱可塑性樹脂、軟化温度が250℃を超える非晶性熱可塑性樹脂を用いる場合、成形性が低下するためである。

【0030】本発明においては、熱可塑性樹脂として、ポリプロピレン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリアミド樹脂、ポリエステル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、液晶樹脂およびフッ素樹脂などから選ばれる1種または2種以上を用いることが好ましい。これは、これらの樹脂を用いることによって、耐熱性に優れた成形性に優れた炭素質成形体を得られ、耐熱性に優れた溝の寸法精度に優れた溝付き燃料電池用セパレータを得ることができるためである。

【0031】また、本発明における熱硬化性樹脂としては、フェノール樹脂、フラン樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂およびポリイミド樹脂などから選ばれる1種または2種以上を用いることが好ましい。本発明においては、熱硬化性樹脂としてフェノール樹脂を用いることがより好ましい。

【0032】これは、フェノール樹脂を用いた場合、得られるセパレータの特性が優れると共に、フェノール樹脂が取扱い易かつ安価であるためである。前記した図1に示すように、固体高分子型燃料電池用セパレータなど燃料電池用セパレータは、成形時にセパレータの両面に溝が設けられることが多いが、この溝の幅および深さは、セル内における反応の均一性の面から、非常に寸法精度の高い幅および深さが要求される。

【0033】前記した従来技術である人造黒鉛粉末を骨材とした場合には、後記する実施例で示す溝深さの平均値に対する平均二乗誤差が $\pm 5 \times 10^{-2}$ mm以内の溝付き燃料電池用セパレータを得ることが難しいという問題点があった。本発明者らは、人造黒鉛粉末を骨材とした場合の寸法精度の問題は、人造黒鉛粉末の粒子の形状が鱗片状であり、このため人造黒鉛粉末が一方方向に並び易いことによると考えた。

【0034】これに対して、本発明のメソカーボン小球体の黒鉛化物を骨材としたセパレータの場合には、骨材粒子の形状が球形であることから成形時の流動性に優れた等方性の成形体となり、溝深さの平均値に対する平均二乗誤差が $\pm 5 \times 10^{-2}$ mm以内という非常に寸法精度に優れた溝付き燃料電池用セパレータが得られる。このように、本発明の燃料電池用セパレータは、寸法精度に優れるため、固体高分子型燃料電池用セパレータのように、溝などの寸法精度を要求される燃料電池用セパレー

タとして最適である。

【0035】また、本発明の燃料電池用セパレータは、さらに、黒鉛粉末、カーボンブラックおよび微細炭素繊維から選ばれる1種または2種以上を含有する。これは、黒鉛粉末、カーボンブラック、微細炭素繊維を添加することによって電気比抵抗、体積抵抗率がさらに大きく低下するためである。すなわち、本発明の燃料電池用セパレータは、メソカーボン小球体の黒鉛化物である炭素質粉末：100重量部に対して、黒鉛粉末、カーボンブラックおよび微細炭素繊維から選ばれる1種または2種以上を合計量として1～40重量部含有する。

【0036】なお、本発明の燃料電池用セパレータは、上記した炭素質粉末の合計量：100重量部に対して、黒鉛粉末、カーボンブラックおよび微細炭素繊維から選ばれる1種または2種以上を合計量として5～35重量部含有することがより好ましい。黒鉛粉末、カーボンブラックおよび微細炭素繊維から選ばれる1種または2種以上の合計量が、1重量部未満の場合は、電気比抵抗、体積抵抗率の低下効果が少なく、逆に40重量部を超える場合、成形性が低下し、前記した燃料電池用セパレータの溝深さの平均値に対する平均二乗誤差が $\pm 5 \times 10^{-2} \text{ mm}$ 以内のセパレータを得ることが難しくなる。

【0037】また、黒鉛粉末、カーボンブラックおよび微細炭素繊維から選ばれる1種または2種以上の合計量が、40重量部を超える場合、それらのセパレータ中における分散性も不均一となり、寸法精度、導電性の面から好ましくない。本発明における黒鉛粉末としては、人造黒鉛粉末および／または天然黒鉛粉末が好ましく、純度が95%以上のもので、平均粒径が $10 \mu\text{m}$ 以下のものが好ましい。

【0038】純度が95%未満の場合は、不純物質として含まれている金属塩が燃料電池の特性の安定性を阻害し易い。また、平均粒径が $10 \mu\text{m}$ を超えると、メソカーボン小球体の黒鉛化物との均一混合性が悪くなり、導電性向上効果が低下し易い。黒鉛粉末の平均粒径の下限は特に制限されるものではない。

【0039】なお、人造黒鉛粉末は、例えば無定形炭素を2500～4000℃で加熱処理して得られた黒鉛の粉末であり、通常はリン片状の粉末である。天然黒鉛粉末は、天然に産出する黒鉛の粉末であり、通常は、人造黒鉛よりも黒鉛化が進んだリン片状の粉末である。カーボンブラックとしては、純度が95%以上のもので、平均粒径が 10 nm 以下のものが好ましい。

【0040】純度が95%未満の場合は、人造黒鉛粉末、天然黒鉛粉末の場合と同様に、不純物質として含まれている金属塩が燃料電池の特性の安定性を阻害し易い。また、平均粒径が 100 nm を超えると、導電性向上効果が低下し易い。なお、カーボンブラックの平均粒径の下限は特に制限されるものではない。本発明における微細炭素繊維としては、平均繊維径（直径）が $2 \mu\text{m}$ 以下である

炭素繊維が好ましく、さらには 500 nm 以下である炭素繊維がより好ましい。

【0041】微細炭素繊維の平均繊維径の下限は特に制限されるものではない。なお、本発明における微細炭素繊維の平均繊維径とは、微細炭素繊維の繊維断面形状が円形の場合は、個々の繊維の断面の直径の合計を本数で除した平均値を示し、繊維断面形状が円形でない場合は、個々の繊維の断面積から求めた円相当直径の合計を本数で除した平均値を示す。

【0042】また、微細炭素繊維の平均繊維長は $500 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。微細炭素繊維の平均繊維長の下限は特に制限されるものではない。なお、本発明における微細炭素繊維の平均繊維長とは、個々の繊維の繊維長の合計を本数で除した平均値を示す。上記した微細炭素繊維の平均繊維径が $2 \mu\text{m}$ を超えるか、平均繊維長が $500 \mu\text{m}$ を超えると、メソカーボン小球体の黒鉛化物に対する分散性が悪くなり、成形体中に気孔が生成し、ガス不浸透性が低下し易い。

【0043】また、微細炭素繊維の純度は95%以上であることが好ましい。純度が95%未満の場合は、導電性向上効果が低下し易い。また、本発明における上記した微細炭素繊維としては、気相成長法によって製造され、繊維径および繊維長が一般的な炭素繊維に比較して極めて小さい炭素繊維（気相成長カーボン繊維）であるカーボンナノファイバーを用いることが好ましい。

【0044】また、カーボンナノファイバーなどの微細炭素繊維は、高温処理によって黒鉛化度が変化するが、本発明においては、導電性を高めるため、微細炭素繊維は高温処理を施し、黒鉛化度を高めたものを用いることが好ましい。なお、本発明の燃料電池用セパレータは、耐熱性、耐久性などを向上させるために、酸化防止剤などの添加剤を含有してもよい。

【0045】酸化防止剤としては、例えば、プラスチック用副資材として用いられる酸化防止剤などを用いることができる。次に、本発明の燃料電池用セパレータの製造方法について説明する。本発明の燃料電池用セパレータの成形法は、特に制限を受けるものではなく、使用する樹脂の種類に対応して下記方法を用いることができる。

【0046】（熱可塑性樹脂を用いる場合の成形法：）樹脂として熱可塑性樹脂を用いる場合、成形法としては、例えばプレス成形法や射出成形法が使用できるが、プレス成形の場合、成形体を金型から取り出す前に冷却する必要があるため、成形法としては生産性の面で射出成形法を用いることが好ましい。

【0047】射出成形法を用いる場合、黒鉛化したメソカーボン小球体の粉末と熱可塑性樹脂と黒鉛粉末、カーボンブラックおよび微細炭素繊維から選ばれる1種または2種以上との混合物を、射出成形機に供給し、燃料電池用セパレータを製造する。なお、射出成形機に供給す

る前に、配合原料を混練機などで混合すると、前記した炭素質粉末、黒鉛粉末、カーボンブラック、微細炭素繊維がより均一に分散した成形体を得やすい。

【0048】射出成形法においては、結晶性熱可塑性樹脂の融点もしくは非晶性熱可塑性樹脂の軟化温度より数十℃高い温度で混合、加熱した後、金型に射出することが好ましい。プレス成形法を用いる場合は、黒鉛化したメソカーボン小球体の粉末と熱可塑性樹脂と黒鉛粉末、カーボンブラックおよび微細炭素繊維から選ばれる1種または2種以上とを混合した後、金型に供給して加圧加熱して燃料電池用セパレータを製造する。

【0049】プレス成形の条件は、使用する樹脂によって異なるが、金型における加圧加熱時の加熱温度を、結晶性熱可塑性樹脂の融点もしくは非晶性熱可塑性樹脂の軟化温度より数十℃高い温度とする。

(熱硬化性樹脂を用いる場合の成形法：) 樹脂として熱硬化性樹脂を用いる場合、成形法としては、例えばプレス成形法や射出成形法が使用できる。

【0050】プレス成形法を用いる場合は、黒鉛化したメソカーボン小球体の粉末と熱硬化性樹脂と黒鉛粉末、カーボンブラックおよび微細炭素繊維から選ばれる1種または2種以上とを混合した後、金型に供給して加圧加熱して熱硬化性樹脂を硬化させて燃料電池用セパレータを製造する。なお、上記した混合時に、必要に応じて溶剤を加えたり、成形性を向上させるために、金型に供給する前に、混合物を加熱して流動性を調整する予備硬化を行うことが好ましい。

【0051】プレス成形の条件は、使用する樹脂によって異なるが、金型における加圧加熱時の加熱温度：130～220℃、プレス圧力：196～1470N/cm²であることが好ましい。射出成形法を用いる場合は、黒鉛化したメソカーボン小球体の粉末と熱硬化性樹脂と黒鉛粉末、カーボンブラックおよび微細炭素繊維から選ばれる1種または2種以上との混合物を、射出成形機に供給し、燃料電池用セパレータを製造する。

【0052】射出成形法においては、100～140℃の温度で混合した後、金型に射出することが好ましく、また、樹脂を硬化させるために、金型は、好ましくは40～200℃に加熱しておく必要がある。次に、本発明の燃料電池について説明する。本発明の燃料電池は、固体高分子電解質板の片面側に空気極を、他の片面側に燃料極を設けることによって形成された単位セルを、前記した本発明の燃料電池用セパレータを介して積層した固体高分子型燃料電池であることが好ましい。

【0053】すなわち、本発明の好適な燃料電池は、空気極、電解質、燃料極から構成される単位セルを、本発明の燃料電池用セパレータを介して積層して成るものである。なお、本発明においては、上記した固体高分子電解質としては、固体高分子中を水素イオン(プロトン)が選択的に移動可能な固体高分子であれば特に制限を受

けるものではなく、パーフルオロカーボンスルホン酸(PFSA)イオン交換膜などが例示される。

【0054】以上、本発明の燃料電池用セパレータおよび燃料電池について述べたが、本発明の燃料電池用セパレータは、優れたガス不浸透性、低電気抵抗、低体積抵抗率を有し、かつ、ガス流路用の溝の寸法精度が非常に優れているため、本発明の燃料電池用セパレータを用いることによって、燃料電池内におけるガス流量の分布が均一化し、発電効率に優れた燃料電池を得ることが可能となった。

【0055】さらに、本発明の燃料電池用セパレータは、黒鉛化が不要であるため、簡易な設備で、エネルギー面および生産性に優れた方法で上記した優れた性能を有する燃料電池用セパレータおよび燃料電池を提供することが可能となった。

【0056】

【実施例】以下、実施例に基づき本発明をさらに具体的に説明する。まず、下記実施例において用いた(1) 配合原料、(2) 試験法、測定法について説明する。

(1) 配合原料：

(メソカーボン小球体の黒鉛化物：) 軟化点100℃のタールピッチを250℃で1時間加熱処理して生成したメソカーボン小球体を、ろ過後、汙過残渣を3000℃まで昇温加熱して得た黒鉛化物(平均粒径：15μm)。

【0057】(メソカーボン小球体の炭化物：) 軟化点100℃のタールピッチを250℃で1時間加熱処理して生成したメソカーボン小球体を、ろ過後、汙過残渣を1000℃まで昇温加熱して得た炭化物(平均粒径：20μm)。

(熱硬化性樹脂) 表1に示すフェノール樹脂a、bを用いた。

【0058】(熱可塑性樹脂：) 表2および下記に示す熱可塑性樹脂A～Iを用いた。

A：ポリアミド樹脂(ナイロン6)

B：ポリエステル樹脂(ポリエチレンテレフタレート)

C：ポリカーボネート樹脂

D：ポリフェニレンサルファイド樹脂

E：液晶樹脂(芳香族ポリエステル)

F：フッ素樹脂(ポリフッ化ビニリデン)

G：ポリプロピレン樹脂

H：ポリスチレン樹脂(非晶性)

I：ポリスチレン樹脂(結晶性)

(人造黒鉛粉末：) 平均粒径：10μm(商品名：SP-10、日本黒鉛(株)社製)

(天然黒鉛粉末：) 平均粒径：7μm

(カーボンブラック：) 平均粒径：25nm

(微細炭素繊維：) 下記気相成長カーボン繊維(以下、カーボンナノファイバーと記す)を用いた。

【0059】グラスカーGWH(日機装(株)社製)(気相成長法によって製造された炭素繊維、平均繊維径(平均直径)：300nm、平均繊維長：10μm、2900℃熱処理

品)

【0060】

【表1】

【表1】

熱硬化性樹脂		
種類	備考	
a	フェノール樹脂	商品名：ミライトPR-50273 住友デュレス㈱製
b	フェノール樹脂	商品名：クバ-W S890 鐘紡㈱製

【0061】

【表2】

【表2】

熱可塑性樹脂の種類				融点 (℃)	軟化温度 (℃)	備考
A	ポリアミド樹脂	ナイロン6	結晶性	220	—	商品名：ロテ、旭化成工業㈱製
B	ポリエステル樹脂	ポリエチレンテレフタレート	結晶性	250	—	商品名：リテイト、旭硝子社製
C	ポリカーボネート樹脂		非晶性	—	150	商品名：アベクサT、バイエル社製
D	ポリフェニレンサルファイド樹脂		結晶性	290	—	商品名：フォートロン、新プラステック㈱製
E	液晶樹脂	芳香族ポリエステル	結晶性	210	—	商品名：ロドラン、ニチカ㈱製
F	フッ素樹脂	ポリフッ化ビニリデン	結晶性	270	—	商品名：エフロン、住友化学工業㈱製
G	ポリプロピレン樹脂		結晶性	160	—	商品名：ノブレン、住友化学工業㈱製
H	ポリスチレン樹脂		非晶性	—	96	商品名：HIPS、日本ポリスチレン㈱製
I	ポリスチレン樹脂		結晶性	270	—	商品名：ステリカ、出光石油化学㈱製

【0062】(2) 試験法、測定法：

(2-1) 熱可塑性樹脂の融点、軟化温度の試験法：

熱可塑性樹脂の融点：JIS K 7121-1987 プラスチックの
転移温度測定方法における融解温度熱可塑性樹脂の軟化温度：JIS K 7206-1991 熱可塑性プ
ラスチックのピカット軟化温度試験方法(2-2) メソカーボン小球体の黒鉛化物、炭化物、黒鉛粉
末の平均粒径：レーザ回折式粒度分布測定装置で測定し
た50%累積平均粒径(2-3) カーボンブラックの平均粒径：電子顕微鏡写真を
画像解析して求めた個数基準の粒度分布における50%粒

体積抵抗率 = (体積抵抗 / 試料の板厚) × 試料の表面積……(1)

〔上記式(1)中、試料の表面積 = 25cm²〕なお、図2において、10は抵抗計、11a、11bは絶縁材
〔PTFE (ポリテトラフルオロエチレン)〕、12a、12b
は銅板、Pは加圧力 (9.8 × 1000N)、Sは試料 (50mm
角)を示す。【0065】(ガス透過量)：ガス透過量測定装置を用
い、炭素質成形体 (薄板) の片面側から圧力：0.098MPa
(ゲージ圧) (1 kg/cm²・G) の窒素を供給し、窒素の透
過量を測定した。(曲げ強度)：オートグラフ (株) 島津製作所製) を
用いて、3点曲げ試験法により測定した。

子径 (d50)

(2-4) 炭素質成形体 (薄板) の特性〔嵩比重、電気比抵
抗、体積抵抗率、ガス透過量、曲げ強度〕：(嵩比重)：炭素質成形体の重量 (質量) を炭素質成形
体の体積で除して求めた。【0063】(電気比抵抗)：電気比抵抗測定装置 (商
品名：ロレスタ、三菱化学 (株) 社製) を用い、JISK 7
197に示された方法に従って測定した。(体積抵抗率)：図2に示す測定装置を用い、体積抵抗
を求め、下記式(1)に基づいて体積抵抗率を算出した。

【0064】

体積抵抗率 = (体積抵抗 / 試料の板厚) × 試料の表面積……(1)

【0066】(2-5) 溝付き炭素質成形体 (溝付き燃料
電池用セパレータ) の溝深さの平均値に対する平均二乗
誤差 ϵ ：表面粗さ測定装置を用いて、下記仕様の溝付き
燃料電池用セパレータの溝深さを20点測定し、下記式
(2) に基づき溝深さの平均値に対する平均二乗誤差： ϵ
を求めた。【0067】溝付き燃料電池用セパレータの仕様：厚
さ：2mm、幅：200mm、長さ：200mm、溝の幅：1mm、
溝の深さ：0.8mm

【0068】

【数1】

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n d_i^2 \right) / n(n-1)} \text{ (mm)} \cdots (2)$$

上記式(2)中、
 d_i : i 番目の測定点の溝深さの測定値と
 溝深さの数平均値との差 (mm)
 n : 測定点数
 を示す。

【0069】〔実施例1～8、比較例1～7〕メソカーボン小球体の黒鉛化物および／または炭化物である炭素質粉末と熱硬化性樹脂と黒鉛粉末、カーボンブラックおよびカーボンナノファイバーから選んだ微細炭素粉末、微細炭素繊維を、表3に示す配合割合で、メタノールを溶媒として均一に混合した後、離型紙上に塗布して1晩放置して乾燥した。

【0070】次に、得られた乾燥物を100℃の条件下、90分間加熱して予備硬化した。次に、得られた塊状混合物を粉砕機で微粉砕した後、粉末を金型に供給し、表3に示す成形条件でプレス成形し、厚さ：2mm、幅：200mm、長さ：200mmの炭素質成形体（薄板）を得た。次に得られた炭素質成形体について、嵩比重、電気比抵抗、体積抵抗率、ガス透過量、曲げ強度を測定した。

【0071】表4に、得られた測定結果を示す。次に、セパレータの溝に対応する連続した凸部を有する金型を用いて、上記したプレス成形と同じ方法、条件で、厚さ：2mm、幅：200mm、長さ：200mmの溝付き炭素質成形体（：溝付き燃料電池用セパレータ、以下溝付きセパレータと記す）を得た。

【0072】なお、溝（：ガス流路用の溝）の幅は1mm、深さは0.8mmとした。次に、得られた溝付きセパレータの溝深さの平均値に対する平均二乗誤差 ε を測定した。表4に、得られた測定結果を示す。

〔実施例9～18、比較例8～16〕メソカーボン小球体の黒鉛化物および／または炭化物である炭素質粉末と熱可塑性樹脂と黒鉛粉末、カーボンブラックおよびカーボンナノファイバーから選んだ微細炭素粉末、微細炭素繊維を、表5に示す配合割合で混合した後、表5に示す射出成形条件で射出成形し、厚さ：2mm、幅：200mm、長さ：200mmの炭素質成形体（薄板）を得た。

【0073】次に得られた炭素質成形体について、嵩比

重、電気比抵抗、体積抵抗率、ガス透過量、曲げ強度を測定した。表6に、得られた測定結果を示す。次に、セパレータの溝に対応する連続した凸部を有する金型を用いて、上記したと同様の方法で、厚さ：2mm、幅：200mm、長さ：200mmの溝付き炭素質成形体（：溝付き燃料電池用セパレータ、溝付きセパレータ）を得た。

【0074】なお、溝（：ガス流路用の溝）の幅は1mm、深さは0.8mmとした。次に、得られた溝付きセパレータの溝深さの平均値に対する平均二乗誤差 ε を測定した。表6に、得られた測定結果を示す。表4、表6に示されるように、本発明の燃料電池用セパレータは、ガス不浸透性に優れ、低電気比抵抗、低体積抵抗率で、かつ、ガス流路用の溝の寸法精度に優れていることが分かった。

【0075】さらに、本発明の燃料電池用セパレータは、黒鉛化が不要であるため、簡易な設備で、エネルギー面および生産性に優れた方法で上記した優れた性能を有する燃料電池用セパレータを提供することが可能であることが分かった。本実施例においては、さらに、パーフルオロカーボンスルホン酸イオン交換膜から成る固体高分子電解質板の片面側に空気極を、他の片面側に燃料極を設けることによって単位セルを形成し、得られた単位セルを、前記した実施例1～18のいずれかで得られた溝付きセパレータを介して積層し、固体高分子型燃料電池を試作した。

【0076】次に、得られた固体高分子型燃料電池の性能を評価した結果、実施例1～18で得られた溝付きセパレータのいずれの場合も、ガス流量の分布が均一となり、発電効率に優れた燃料電池が得られた。

【0077】

【表3】

【表3】 (その1)

	熱硬化性樹脂の種類 ¹⁾	配合割合 (重量部)						プレス成形条件	
		熱硬化性樹脂 ²⁾	マイクロ小球体黒鉛化物の粉末	人造黒鉛粉末	天然黒鉛粉末	カーボンブラック	カーボンファイバー	金型 ⁴⁾ 温度 (℃)	プレス圧力 (N/cm ²)
実施例1	a	22	100	16	0	0	0	160	980
実施例2	a	26	100	0	20	0	0	180	980
実施例3	a	23	100 ³⁾	0	0	7	0	160	980
実施例4	b	28	100	6	10	0	0	200	980
実施例5	a	20	100 ³⁾	0	0	8	0	160	980
実施例6	a	25	100	0	0	0	30	160	980
実施例7	a	35	100 ³⁾	10	0	0	20	160	980
実施例8	a	30	100	0	0	0	30	160	980

備考) 1): 表中の記号は、【表1】の記号に対応する。

2): 熱硬化性樹脂の重量部: 成形時の温度に加熱した後の重量部 (質量部) に換算

3): マイクロ小球体黒鉛化物の粉末の平均粒径: 10 μ m符号3)が付されていないマイクロ小球体黒鉛化物の粉末の平均粒径: 15 μ m

4): 加圧、加熱時の金型温度

【0078】

【表4】

【0079】

【表5】

【表3】 (その2)

	熱硬化性樹脂の種類	配合割合 (重量部)						プレス成形条件	
		熱硬化性樹脂	炭化物の粉末	炭化物の粉末	炭化物の粉末	天然黒鉛粉末	人造黒鉛粉末	金型温度 (°C)	プレス圧力 (N/cm ²)
比較例1	a	33	100	0	0	0	0	160	980
比較例2	b	43	100	0	0	0	0	200	980
比較例3	a	18	0	100	0	0	0	160	980
比較例4	a	25	50	50	0	0	0	160	980
比較例5	a	7	100	0	0	0	0	160	980
比較例6	a	188	100	0	0	0	0	160	980
比較例7	a	33	0	0	100	0	0	160	980

備考) 1) : 符号の記号は、(表1)の記号に対応する。
 2) : 熱硬化性樹脂の重量部；成形時の温度に加熱した後の重量部 (質量部) に換算
 3) : 炭化物の粉末の平均粒径：10 μm
 4) : 炭化物の粉末の平均粒径：25 μm
 5) : 加圧、加熱時の金型温度

【表4】 (その1)

	炭素質成形体					滑付きセパレータ
	比重 (g/cm ³)	電気抵抗 (m $\Omega \cdot \text{cm}$)	体積抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	ガス透過量 (cm ³ /min \cdot cm ²)	曲げ強度 (N/cm ²)	溝深さの平均値に対する平均二乗誤差 ϵ [$\times 10^2$] (mm)
実施例1	1.97	9.2	12.1	$< 1 \times 10^{-4}$	7120	± 4.2
実施例2	1.94	9.6	13.2	$< 1 \times 10^{-4}$	7190	± 4.1
実施例3	1.93	9.8	13.0	$< 1 \times 10^{-4}$	7240	± 4.2
実施例4	1.97	10.1	13.3	$< 1 \times 10^{-4}$	7420	± 3.4
実施例5	1.98	8.8	9.2	$< 1 \times 10^{-4}$	7250	± 4.4
実施例6	1.98	6.4	8.8	$< 1 \times 10^{-4}$	7260	± 4.6
実施例7	1.98	6.8	9.0	$< 1 \times 10^{-4}$	7080	± 4.4
実施例8	1.96	7.2	7.8	$< 1 \times 10^{-4}$	7840	± 3.9

【0080】

【表6】

【表4】 (その2)

	炭素質成形体					溝付きレバー
	嵩比重 (g/cm ³)	電気比抵抗 (mΩ・cm)	体積抵抗率 (Ω・cm)	ガス透過量 (cm ³ /min・cm ²)	曲げ強度 (N/cm ²)	溝深さの平均値に対する平均二乗誤差ε [×10 ⁻¹] (mm)
比較例1	1.98	26.2	42.2	< 1×10 ⁻⁴	8036	±3.4
比較例2	1.93	98.1	160.4	< 1×10 ⁻⁴	8330	±2.2
比較例3	1.87	120.1	198.0	< 1×10 ⁻⁴	7644	±3.8
比較例4	1.98	96.3	156.2	< 1×10 ⁻⁴	7742	±3.6
比較例5	1.42	130.4	290.0	1.2×10 ⁻³	392	±15
比較例6	1.60	350.2	514.8	< 1×10 ⁻⁴	9016	±3.0
比較例7	1.99	12.4	24.6	< 1×10 ⁻⁴	3430	±10

【0081】

【表7】

【表5】 (その1)

	熱可塑性樹脂の種類 (1)	配合割合 (重量部)						射出成形条件 (2)	
		熱可塑性樹脂 (2)	メカ-コ小球体黒鉛化物の粉末	人造黒鉛粉末	天然黒鉛粉末	カーボン/ラブリ	カーボン/ファイバー	射出温度 (℃)	金型温度 (℃)
実施例9	A	30	100	15	0	0	0	250	80
実施例10	B	30	100	0	25	0	0	270	70
実施例11	C	30	100 ³⁾	0	0	7	0	270	80
実施例12	D	20	100 ³⁾	0	0	0	12	250	80
実施例13	E	30	100	10	0	0	15	250	80
実施例14	F	27	100	0	0	0	20	380	120
実施例15	A	30	100 ³⁾	0	0	35	0	250	80
実施例16	G	20	100	5	0	15	0	250	80
実施例17	H	27	100	0	5	0	0	250	80
実施例18	I	32	100	0	0	10	0	250	80

備考) 1): 表中の記号は【表2】の記号に対応する。

2): 熱可塑性樹脂の重量部: 成形時の温度に加熱した後の重量部 (質量部) に換算

3): メカ-コ小球体黒鉛化物の粉末の平均粒径: 10 μm

符号3) が付されていないメカ-コ小球体黒鉛化物の粉末の平均粒径: 15 μm

4): 射出圧力: 490 N/cm²、型締め力: 1470×10³ ~ 1960×10³ N

【0082】

【表8】

【表5】(その2)

	熱可塑性樹脂の種類 ¹⁾	配合割合(重量部)						射出成形条件 ⁴⁾	
		熱可塑性樹脂 ²⁾	ポリカーボネイト黒鉛化合物の粉末	ポリカーボネイト小球体炭化物の粉末	天然黒鉛粉末	カーボンブラック	カーボンファイバー	射出温度(℃)	金型温度(℃)
比較例8	A	54	100	0	0	0	0	250	80
比較例9	B	54	100 ³⁾	0	0	0	0	270	70
比較例10	C	54	0	100 ⁴⁾	0	0	0	270	80
比較例11	D	54	0	100	0	0	0	320	130
比較例12	E	54	50	50	0	0	0	380	120
比較例13	F	54	50 ³⁾	50 ³⁾	0	0	0	340	150
比較例14	A	5	100	0	0	0	0	250	80
比較例15	A	233	100 ³⁾	0	0	0	0	250	80
比較例16	A	33	0	0	100	0	0	250	80

備考) 1) : 表中の記号は【表2】の記号に対応する。
2) : 熱可塑性樹脂の重量部 : 成形時の温度に加熱した後の重量部(質量部)に換算
3) : ポリカーボネイト黒鉛化合物の粉末の平均粒径 : 10 μ m
符号3)が付されていないポリカーボネイト小球体黒鉛化合物の粉末の平均粒径 : 15 μ m
4) : ポリカーボネイト炭化物の粉末の平均粒径 : 25 μ m
符号4)が付されていないポリカーボネイト小球体炭化物の粉末の平均粒径 : 20 μ m
5) : 射出圧力 : 490N/cm²、型締め力 : 1470 $\times 10^3$ ~ 1960 $\times 10^3$ N

【表9】

【0083】

【表6】(その1)

	炭素質成形体					溝付きセパレータ
	嵩比重 (g/cm^3)	電気比抵抗 ($\text{m}\Omega \cdot \text{cm}$)	体積抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	ガス透過量 ($\text{cm}^3/\text{min} \cdot \text{cm}^2$)	曲げ強度 (N/cm^2)	溝深さの平均値に対する平均二乗誤差 ϵ [$\times 10^3$] (mm)
実施例9	1.98	10.2	13.9	$< 1 \times 10^{-4}$	6620	± 3.2
実施例10	2.02	9.1	12.8	$< 1 \times 10^{-4}$	6620	± 4.4
実施例11	1.99	8.2	14.2	$< 1 \times 10^{-4}$	6664	± 4.0
実施例12	1.98	8.4	10.2	$< 1 \times 10^{-4}$	5960	± 4.2
実施例13	1.96	12.6	10.2	$< 1 \times 10^{-4}$	6260	± 4.4
実施例14	1.99	6.0	10.2	$< 1 \times 10^{-4}$	6760	± 4.8
実施例15	1.98	6.2	9.6	$< 1 \times 10^{-4}$	6080	± 4.8
実施例16	1.96	7.8	10.1	$< 1 \times 10^{-4}$	5860	± 4.6
実施例17	1.92	10.6	13.6	$< 1 \times 10^{-4}$	6340	± 3.6
実施例18	1.91	10.6	14.0	$< 1 \times 10^{-4}$	6600	± 4.2

【0084】

【表10】

【表6】(その2)

	炭素質成形体					溝付きセパレータ
	嵩比重 (g/cm^3)	電気比抵抗 ($\text{m}\Omega \cdot \text{cm}$)	体積抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	ガス透過量 ($\text{cm}^3/\text{min} \cdot \text{cm}^2$)	曲げ強度 (N/cm^2)	溝深さの平均値に対する平均二乗誤差 ϵ [$\times 10^3$] (mm)
比較例8	1.89	35	112.4	$< 1 \times 10^{-4}$	9310	± 2.8
比較例9	1.91	34	119.6	$< 1 \times 10^{-4}$	8134	± 3.8
比較例10	1.81	118	347.2	$< 1 \times 10^{-4}$	7056	± 3.9
比較例11	1.83	120	328.1	$< 1 \times 10^{-4}$	9408	± 4.5
比較例12	1.88	95	261.3	$< 1 \times 10^{-4}$	9702	± 2.7
比較例13	2.01	98	288.2	$< 1 \times 10^{-4}$	3210	± 4.2
比較例14	1.35	364	78.2	2.6×10^{-2}	294	± 15
比較例15	1.58	388	628.8	$< 1 \times 10^{-4}$	1029	± 2.2
比較例16	1.99	12	19.2	$< 1 \times 10^{-4}$	7742	± 20

【0085】

【発明の効果】本発明によれば、ガス不浸透性に優れ、低電気比抵抗、低体積抵抗率で、かつ、寸法精度に優れた燃料電池用セパレータを提供することが可能となり、発電効率に優れた燃料電池を提供することが可能となった。さらに、本発明によれば、セパレータ成形品の黒鉛化が不要であるため、簡易な設備で、エネルギー面および生産性に優れた方法で、上記した優れた性能を有する燃料電池用セパレータおよび燃料電池を提供することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

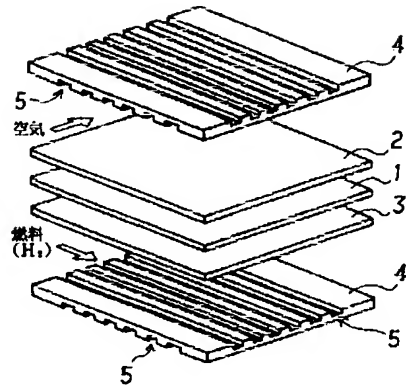
【図1】固体高分子型燃料電池の構成を示す斜視図である。

【図2】体積抵抗率の測定法を示す説明図である。

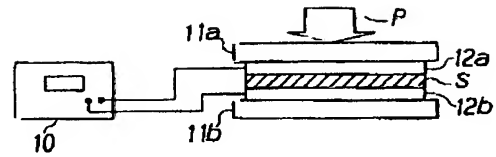
【符号の説明】

- 1 固体高分子電解質板
- 2 空気極
- 3 燃料極
- 4 セパレータ
- 5 ガス流路用の溝
- 10 抵抗計
- 11a、11b 絶縁材
- 12a、12b 銅板
- P 加圧力
- S 試料

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願平11-359474
(32)優先日 平成11年12月17日(1999. 12. 17)
(33)優先権主張国 日本(JP)
(72)発明者 羽多野 仁美
千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製
鉄株式会社技術研究所内

(72)発明者 飯塚 安伸
東京都千代田区内幸町2丁目2番3号 川
崎製鉄株式会社内
Fターム(参考) 5H026 AA06 CC03 CX02 EE05 EE06
EE18 HH01 HH05